

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/DE05/000089

International filing date: 24 January 2005 (24.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE

Number: 10 2004 003 658.6

Filing date: 24 January 2004 (24.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 26 April 2005 (26.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 003 658.6

**Anmeldetag:** 24. Januar 2004

**Anmelder/Inhaber:** MAHLE GmbH, 70376 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verbrennungsmulde im Boden eines Kolbens für  
einen Dieselmotor

**IPC:** F 02 F 3/26

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. April 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Agurka".

### **Verbrennungsmulde im Boden eines Kolbens für einen Dieselmotor**

Die Erfindung betrifft eine Verbrennungsmulde im Boden eines Kolbens für einen Dieselmotor nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

In einem direkt einspritzenden Dieselmotor findet die Verbrennung des Kraftstoff-Luft-Gemisches üblicherweise in einer Verbrennungsmulde statt, die in den Boden der Kolben des Dieselmotors eingeformt ist. Bekannt ist hierbei, den radial äußeren Randbereich der Verbrennungsmulde mit einem Hinterschnitt zu versehen. Bereits in der Deutschen Patentschrift Nr. 721889 wurde als Vorteil hiervon eine in einem weiten Drehzahlbereich des betreffenden Dieselmotors konstante Drehmomentenkurve genannt. Gemäß der Deutschen Auslegeschrift 1055873 liegt die Ursache hiervon in einer durch den Hinterschnitt bewirkten Verwirbelung und einer damit einhergehenden Verbesserung der Verdampfung des in die Verbrennungsmulde eingespritzten Kraftstoffes.

Aus der Europäischen Patentschrift EP 0 105 933 ist ein Kolben für einen Dieselmotor mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde bekannt, in deren radial äußeren Randbereich über mehrere Einspritzöffnungen einer Brennstoffdüse Kraftstoff eingespritzt wird. Zur Verbesserung der Verwirbelung und damit der Verdampfung des Kraftstoffes weist der Kolben eine Vielzahl von gleichmäßig über den Randbereich verteilten Ausnehmungen auf.

Der genannte Stand der Technik hat den Nachteil, dass wegen der Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches insbesondere der radial äußere Rand der Verbrennungsmulde einer sehr hohen Temperaturbelastung ausgesetzt ist, die zu einer Beschädigung der Verbrennungsmulde führen kann.

In dem deutschen Gebrauchsmuster DE 80 26 159 wird zur Lösung dieses Problems vorgeschlagen, zwischen dem Rand einer mittig angeordneten Verbrennungsmulde und dem Kolbenbodenrand einen Kühlkanal vorzusehen. Soll der aus dem letztgenannten Stand der Technik bekannte Kolben in einem Zweiventilmotor verwendet werden, in dem die Brennstoffdüsen neben dem symmetrisch zur Kolbenlängsachse liegenden Ein- und Auslassventil, d.h., außermittig in Bezug auf die Kolbenlängsachse angeordnet ist, ist vorteilhafterweise auch die Verbrennungsmulde außermittig zur Kolbenlängsachse angeordnet, damit der Kraftstoff von der Brennstoffdüse problemlos in die Verbrennungsmulde eingespritzt werden kann.

Hierbei ergibt sich das Problem, dass zwischen dem Feuersteg des Kolbens und dem Feuersteg nächst liegenden Randbereich der außermittig angeordneten Verbrennungsmulde kein Platz für einen Kühlkanal vorhanden ist, sodass zumindest in diesem Bereich der Kühlkanal weiter entfernt vom Kolbenboden im Nabenhörnchen des Kolbens angeordnet werden muss. Dies hat den Nachteil, dass in diesem Bereich der Rand der Verbrennungsmulde, der Muldenhals und auch die thermisch sehr hoch belastete Verdichtungsringnut schlecht gekühlt werden und Gefahr laufen, beschädigt zu werden. Als weiterer Nachteil ergibt sich hierbei, dass der im Übrigen nahe dem Kolbenboden liegende Kühlkanal eine gegenüber der Kolbenlängsachse schräge Lage einnimmt, was fertigungstechnische Probleme mit sich bringt.

Letztlich tritt hierbei das Problem auf, dass der Abstand zwischen dem im Randbereich des Kolbenbodens angeordneten Teil des Kühlkanals und dem hiervon entfernt liegenden Randbereich der außermittig angeordneten Verbrennungsmulde so groß wird, dass auch die Kühlung dieses Randbereiches der Verbrennungsmulde beeinträchtigt wird.

Diese Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden ist Aufgabe der Erfindung. Gelöst wird die Aufgabe mit den im Kennzeichen des Hauptanspruches stehenden Merkmalen. Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Einige Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1 eine Draufsicht auf einen Kolben gemäß der Erfindung mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde,
- Fig. 2 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 1 entlang der Linie II-II,
- Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Kolben mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde, die einen elliptisch geformten Muldenhals aufweist,
- Fig. 4 eine Draufsicht auf einen Kolben mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde, die auf einer Seite keinen Hinterschnitt aufweist,
- Fig. 5 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 4 entlang der Linie V-V,
- Fig. 6 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 4 entlang der Linie VI-VI,
- Fig. 7 eine Draufsicht auf den Kolben gemäß Figur 4, der eine in der Mitte der Verbrennungsmulde angeordnete, höckerartige Anformung aufweist,
- Fig. 8 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 7 entlang der Linie VIII-VIII,
- Fig. 9 einen Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens gemäß Figur 7 entlang der Linie IX-IX,
- Fig. 10 eine Draufsicht auf einen Kolben mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde, die sich aus zwei, im Schnitt halbkreisförmigen Bereichen zusammensetzt, und die über ihren gesamten Umfang hintschnitten ist,
- Fig. 11 eine Draufsicht auf einen Kolben mit einer außermittig angeordneten Verbrennungsmulde, die sich aus zwei, im Schnitt halbkreisförmigen Bereichen zusammensetzt, und die auf zwei einander gegenüberliegenden Seiten keine Hinterschnitte aufweist,
- Fig. 12 bis 14 Draufsichten auf Kolben mit außermittig angeordneten Verbrennungsmulden, deren Formen der Anzahl und der Ausrichtung der Bohrungen von Einspritzdüsen angepasst sind.

Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf den Boden 1 eines Kolbens 2 für einen Dieselmotor, in den eine außermittig zur Kolbenlängsachse 3 angeordnete Verbrennungsmulde 4 mit einer unrunder ausgebildeten, radial äußerer Begrenzung und mit einem kreisförmigen Muldenhals 5 eingeförmmt ist. Obwohl die radial äußerer Begrenzungen der Verbrennungsmulden in den Draufsichten gemäß den folgenden Figuren nicht sichtbar sind, sind sie nicht gestrichelt gezeichnet, da sich der Kern der vorliegenden Erfindung insbesondere auf Form und Anordnung dieser Mulden bezieht. Gestrichelt eingezeichnet ist in Figur 1 aber die radial innere Begrenzung 6 eines gekühlten Ringträgers 7, der in Fig. 2 dargestellt ist, einem Schnitt durch den Bodenbereich des Kolbens 2 gemäß Fig. 1 entlang der Linie II-II. Fig. 2 zeigt auch die Querschnittsform der Verbrennungsmulde 4 mit dem Muldenhals 5 und mit dem die gesamte Verbrennungsmulde 4 umgebenden Hinterschnitt 8.

Hierbei kommt die radial äußere Begrenzung des Hinterschnittes 8 der Verbrennungsmulde 4 der radial inneren Begrenzung des gekühlten Ringträgers 7 in allen Bereichen so nahe, dass vom Kühlkanal 9 nicht nur die Nut 10 für einen in den Figuren nicht dargestellten Verdichtungsring sondern zudem alle Randbereiche der Verbrennungsmulde 4 gekühlt werden.

Im Unterschied zu der Verbrennungsmulde 4 gemäß den Figuren 1 und 2 ist der in Figur 3 dargestellte Muldenhals 11 elliptisch ausgebildet. Der Vorteil hiervon liegt darin, dass der sich hierdurch ergebende Hinterschnitt 8' nahe dem Hauptachsenbe- reich des Muldenhalses 11 gegenüber dem in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel verkleinert ist.

Die in den Figuren 4 bis 6 dargestellte Verbrennungsmulde 12 ist außermittig zur Kolbenlängsachse 3 im Bereich des Bodens 13 des Kolbens 14 angeordnet und unrunder ausgebildet. Wie insbesondere der Schnitt gemäß Figur 6 durch den Bodenbereich des Kolbens 14 zeigt, weist die Verbrennungsmulde 12 im Bereich 15 keinen Hinterschnitt auf, was im Bereich 15 eine bestmögliche Absenkung der Muldenrand- und der Muldenhalstemperatur aufgrund der Kühlwirkung des Kühlkanals 9 mit sich bringt.

Die Ausgestaltung der Verbrennungsmulde 16 gemäß den Figuren 7 bis 9 weist eine mittig angeordnete, höckerartig ausgebildete Anformung 17 auf, die für eine bessere Verwirbelung und damit für eine Verbesserung der Verbrennung des in die Verbrennungsmulde 16 eingesprühten Kraftstoffes sorgt.

Die in den Figuren 10 bis 14 dargestellten Ausgestaltungen von Verbrennungsmulden 18 bis 22 weisen Formen auf, die der Ausrichtung und der Anzahl der Bohrungen der Einspritzdüsen und der Breite der davon ausgehenden und in die Verbrennungsmulden 18 bis 22 eingesprühten Brennstrahlen angepasst sind. So ist die Verbrennungsmulde 18 gemäß Figur 10 außermittig zur Kolbenlängsachse 3 angeordnet, mit einem kreisförmigen Muldenhals 26 versehen und aus zwei im Schnitt kreisbogenförmigen und einander gegenüberliegenden Bereichen 23 und 24 zusammengesetzt. Sie weist über ihren gesamten Umfang einen Hinterschnitt 38 auf.

Die Verbrennungsmulde 19 gemäß Figur 11 unterscheidet sich von der Verbrennungsmulde 18 (Fig. 10) dadurch, dass sie an zwei einander gegenüberliegenden Bereichen 25 und 25' keinen Hinterschnitt aufweist.

Die Verbrennungsmulde 20 gemäß Fig. 12 unterscheidet sich von den Verbrennungsmulden 18 und 19 gemäß Fig. 10 und 11 dadurch, dass der Muldenhals nicht symmetrisch zur Verbrennungsmulde 20 angeordnet ist und im Bereich 29 keinen Hinterschnitt aufweist. Sie setzt sich im Wesentlichen aus zwei Kreissegmenten 27 und 28 zusammen.

Die Verbrennungsmulden 21 und 22 gemäß den Figuren 13 und 14 bestehen aus jeweils drei Kreissegmenten. Es ist aber auch möglich, die Verbrennungsmulden aus mehr als drei Kreissegmenten zusammenzusetzen. Größe und Anordnung eines jeden Kreissegmentes kann hierbei der Richtung und der Breite des in das jeweilige Kreissegment eingeleiteten Brennstrahles entsprechen, wobei Einspritzdüsen mit Bohrungen unterschiedlichen Durchmessers zum Einsatz kommen.

Die Verbrennungsmulde 21 gemäß Figur 13 ist aus den drei Kreissegmenten 30, 31 und 32 und einem Bereich 33 ohne Hinterschnitt gebildet.

Die in Figur 14 dargestellte Verbrennungsmulde 22 besteht aus drei Kreissegmenten 34, 35, 36 unterschiedlichen Durchmessers und aus einem umlaufenden Hinterschnitt mit über den Umfang variierendem Querschnitt.

Weitere in den Figuren nicht dargestellte Ausgestaltungen von Verbrennungsmulden sind dadurch gekennzeichnet, dass hierbei nicht nur die radial äußeren Begrenzungen der Verbrennungsmulden sondern auch deren Muldenhälse unruud ausgebildet sind. Wenn hierbei in Betracht gezogen wird, dass die Herstellung der Verbrennungsmulden in zwei oder mehreren Bearbeitungstufen mit jeweils achssymmetrischer Bearbeitung erfolgt, wobei der Kolben zwischen den Bearbeitungsphasen in die entsprechende Richtung verschoben wird, wird deutlich, dass hierdurch die Möglichkeit gegeben ist, den Verbrennungsmulden mit Ausnahme von teilkreisförmigen Eckbereichen im Wesentlichen die Form eines Dreiecks, eines Vierecks oder eines Mehrecks zu geben.

Bezugszeichenliste

- |                    |  |
|--------------------|--|
| 1                  | Boden des Kolbens 2                                  |
| 2, 2'              | Kolben   |
| 3                  | Kolbenlängsachse                                     |
| 4, 4'              | Verbrennungsmulde                                    |
| 5                  | Muldenhals   |
| 6                  | radial innere Begrenzung des gekühlten Ringträgers 7 |
| 7                  | gekühlter Ringträger                                 |
| 8, 8'              | Hinterschnitt  |
| 9                  | Kühlkanal  |
| 0                  | Nut für einen Verdichtungsring                       |
| 11                 | elliptischer Muldenhals                              |
| 12                 | Verbrennungsmulde                                    |
| 13                 | Boden des Kolbens 14                                 |
| 14                 | Kolben   |
| 15                 | Bereich der Verbrennungsmulde 12                     |
| 16                 | Verbrennungsmulde                                    |
| 17                 | Anformung  |
| 18, 19, 20, 21, 22 | Verbrennungsmulde                                    |
| 23, 24             | Bereich der Verbrennungsmulde 18                     |
| 25, 25'            | Bereich der Verbrennungsmulde 19                     |
| 26                 | Muldenhals   |
| 27, 28             | Kreissegment   |
| 29                 | Bereich der Verbrennungsmulde 20                     |
| 30, 31, 32         | Kreissegment   |
| 33                 | Bereich der Verbrennungsmulde 21                     |
| 34, 35, 36         | Kreissegment   |
| 38                 | Hinterschnitt  |

## Patentansprüche

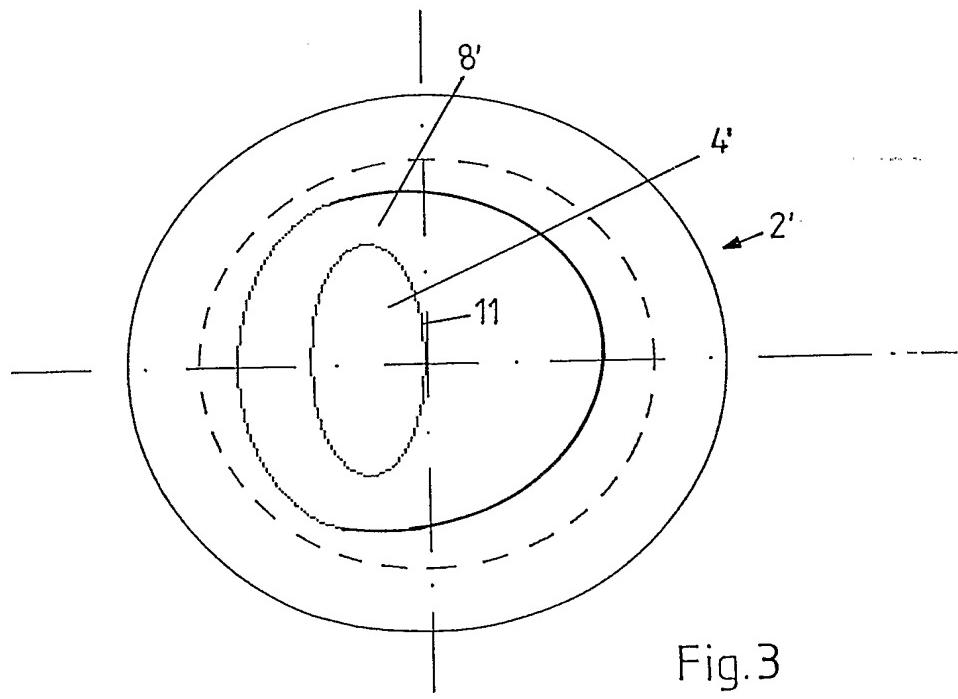
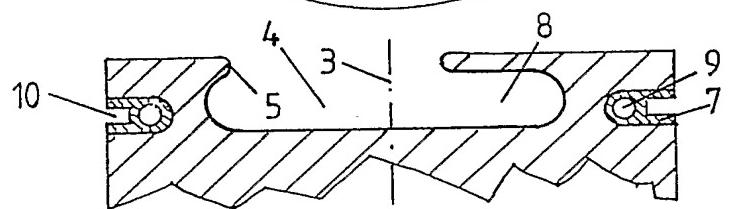
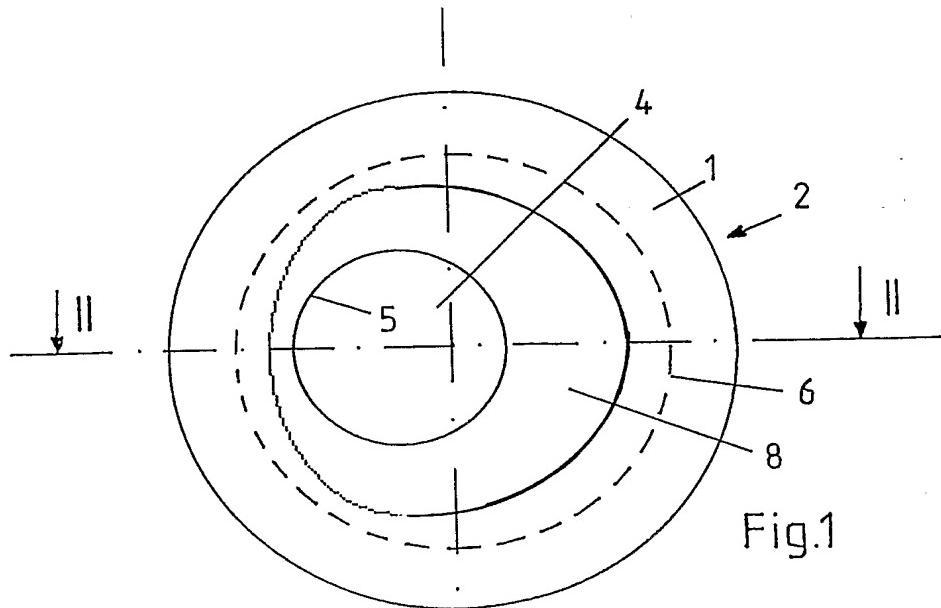
1. Verbrennungsmulde (4, 4' 12, 16, 18-22) im Boden (1, 13) eines Kolbens (2, 2', 14) für einen Dieselmotor
  - mit einem im radial äußeren, kolbenbodenseitigen Randbereich des Kolbens (2, 2', 14) angeordneten, ringförmigen Kühlkanal (9),
  - wobei die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) außermittig zur Kolbenlängsachse (3) angeordnet ist,  
**dadurch gekennzeichnet,**
    - dass in mindestens einem Teil des radial äußeren Randbereiches der Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) ein Hinterschnitt (8, 8', 38) insoweit eingeformt ist, dass der gesamte radial äußere Randbereich der Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) für eine Kühlwirkung des Kühlkanals (9) auf die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) ausreichend nahe dem Kühlkanal (9) angeordnet ist.
2. Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen kreisförmigen Muldenhals (5, 26).
3. Verbrennungsmulde (4') nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** einen oval geformten Muldenhals (11).
4. Verbrennungsmulde nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Mitte des Bodens der Verbrennungsmulde (16) eine höckerartig ausgebildete Anformung (17) angeordnet ist.
5. Verbrennungsmulde (12, 16, 20, 21, 22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mindestens einen radial äußeren Randbereich mit Hinterschnitt und mindestens einen radial äußeren Randbereich (15, 25, 25', 29, 33) ohne Hinterschnitt.

6. Verbrennungsmulde (18 bis 20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** zwei einander gegenüberliegende, im Wesentlichen kreissegmentförmige Bereiche (23, 24, 27, 28).
7. Verbrennungsmulde (21, 22) nach Anspruch 1 bis 7, **gekennzeichnet durch** mehr als zwei kreissegmentförmige Bereiche (30-32, 34-36).
8. Verbrennungsmulde (18-22) nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die kreissegmentförmigen Bereiche (23, 24, 27, 28, 30-32, 34-36) ineinander übergehend bearbeitet sind.
- Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die Verbrennungsmulde (4, 12, 16, 18-22) Kraftstoff über Einspritzdüsen eingespritzt wird, deren Bohrungen derart dimensioniert und angeordnet sind, dass die Breite und die Ausrichtung der Kraftstoffstrahlen den lokalen Erstreckungen der zugehörigen Muldenbereiche angepasst sind.

### Zusammenfassung

Es wird eine Verbrennungsmulde (4) im Boden (1) eines mit einem Kühlkanal (9) bspw. in Form eines gekühlten Ringträger (7) versehenen Kolbens (2) für einen Dieselmotor vorgeschlagen, die im radial äußeren Randbereich einen derart ausgebildeten Hinterschnitt (8) aufweist, dass die radial äußere Begrenzung der Verbrennungsmulde (4) für eine Kühlwirkung des Kühlkanals (9) auf die Verbrennungsmulde (4) ausreichend nahe dem Kühlkanal (9) angeordnet ist.

Fig. 1, 2 soll veröffentlicht werden.



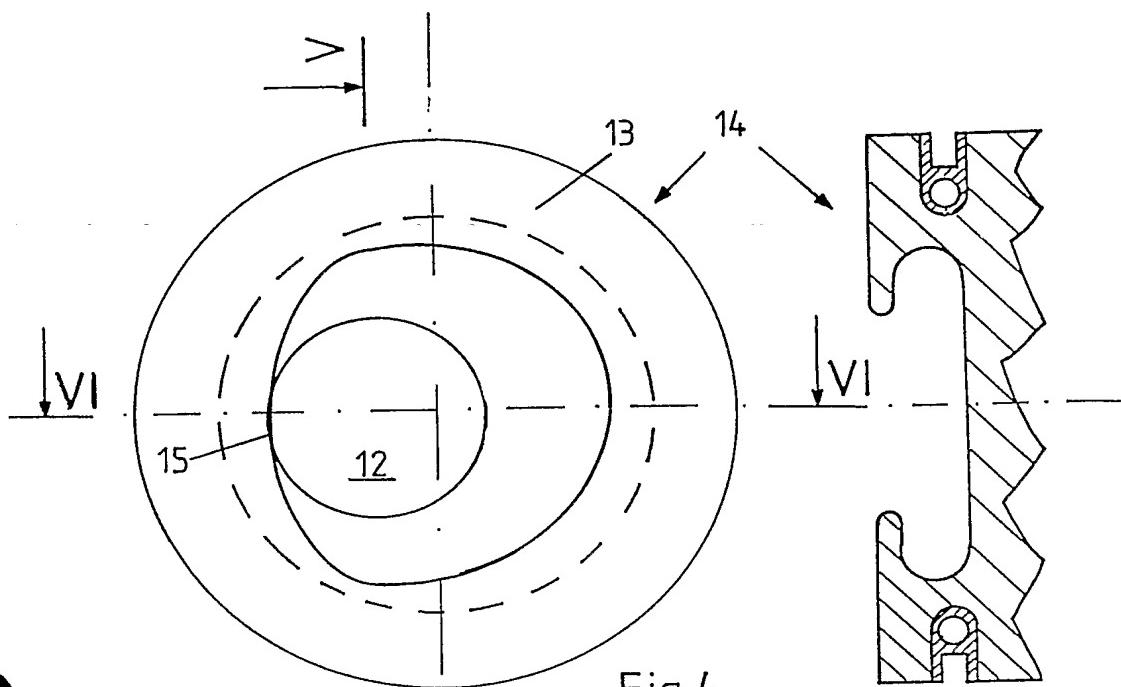


Fig.4

Fig.5

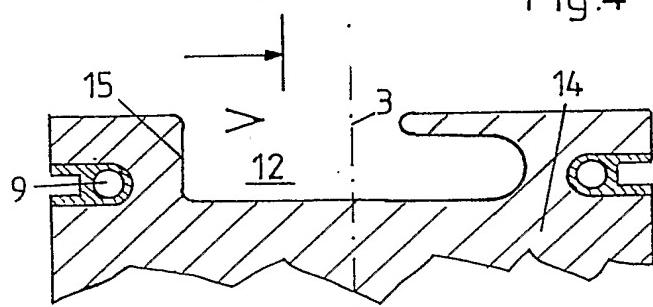


Fig.6

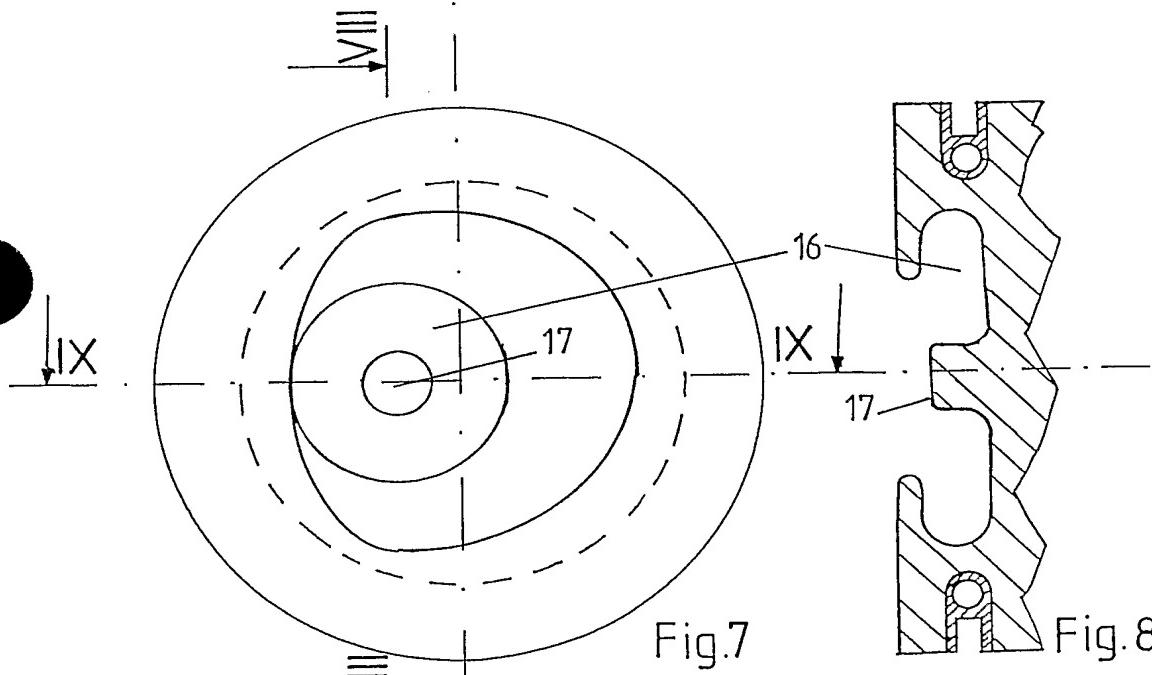


Fig.7

Fig.8

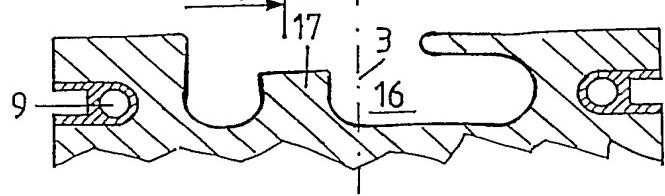


Fig.9

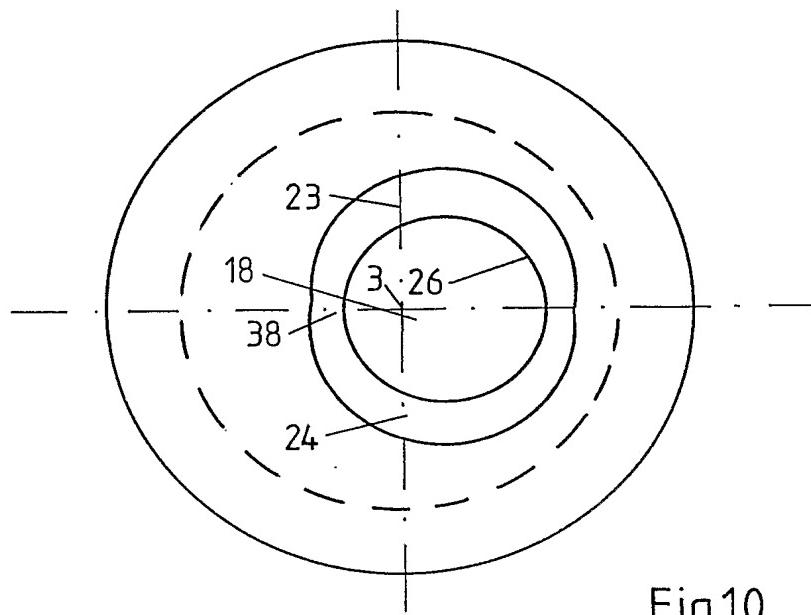


Fig.10

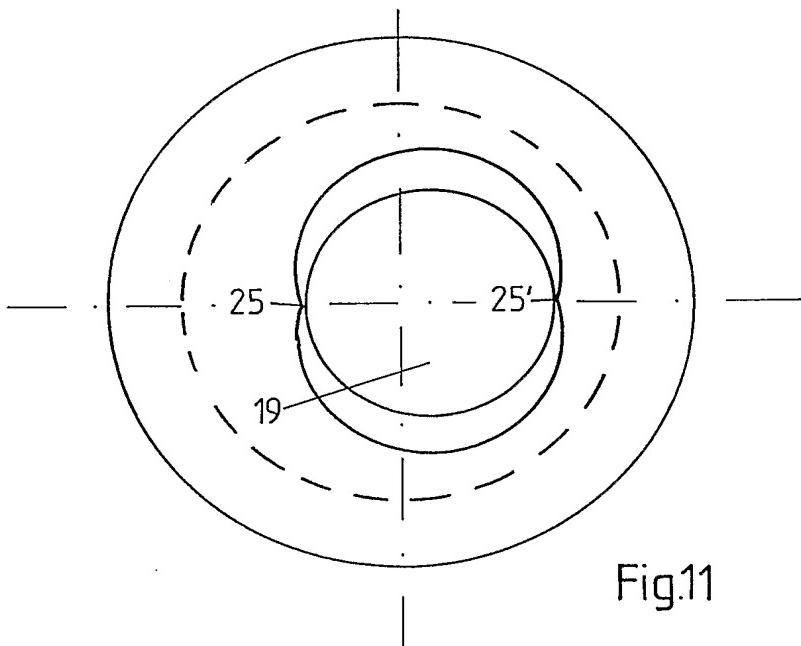


Fig.11

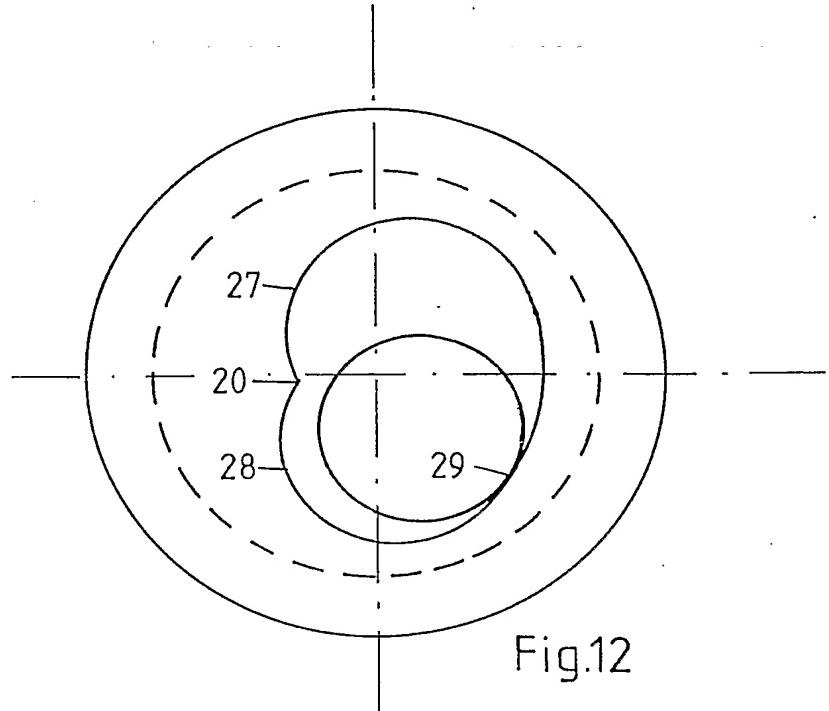


Fig.12

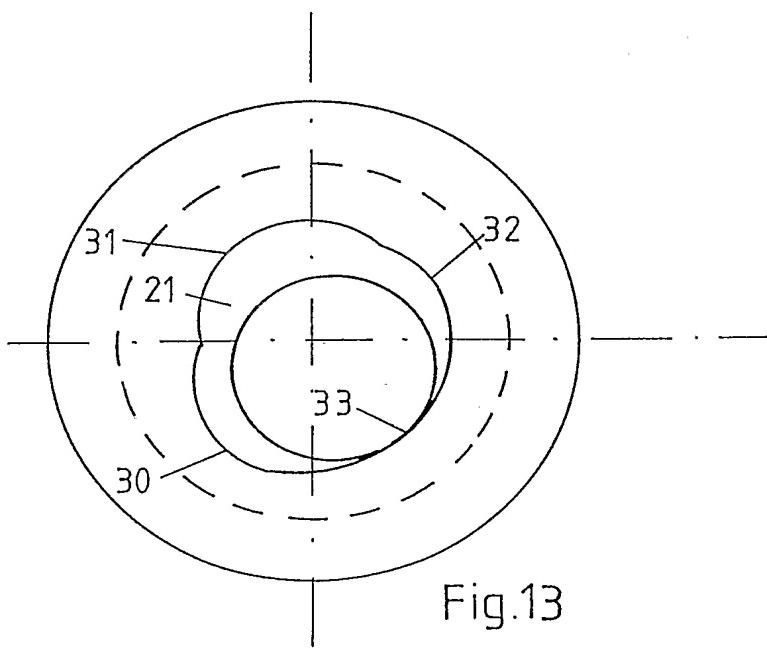


Fig.13

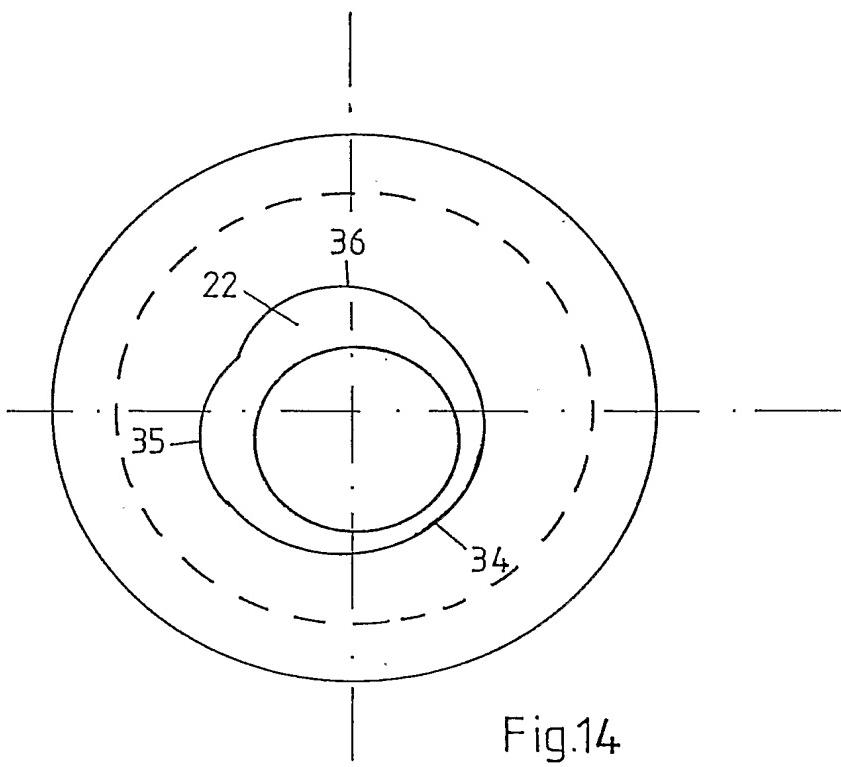


Fig.14